

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20__ г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ
РЕФЛЕКТОРОВ С СИСТЕМОЙ КОМПЕНСАЦИИ ВЕСОВОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
тема

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
код и наименование направления

15.04.05.02 «Технология космических аппаратов»
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	_____	доцент МБК ПФКТ канд. техн. наук _____	_____
	подпись, дата	должность, ученая степень	Г.В. Двирный инициалы, фамилия
Выпускник	_____		_____
	подпись, дата		О.Н. Обухов инициалы, фамилия
Рецензент	_____	Ведущий инженер цеха 032 АО «ИСС» _____	_____
	подпись, дата	должность, ученая степень	С.В. Хаецкий инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		_____
	подпись, дата		Е.С. Сидорова

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студенту Обухову Олегу Николаевичу

фамилия, имя, отчество

Группа МТ15-04 М Направление 15.04.05 «Конструкторско-

номер

код

технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Специализированная программа подготовки 15.04.05.02 «Технология

код

космических аппаратов».

Тема магистерской диссертации (МД): «Разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей».

Утверждена приказом по университету № 16482/с от 30.10.2015 г.

Руководитель МД: Двирный Гурий Валерьевич канд. техн. наук. доцент Межинститутской базовой кафедры «Прикладная физика и космические технологии».

Исходные данные для МД: Необходимость разработки рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей.

Перечень рассматриваемых вопросов (ВКР): Классификации и виды крупногабаритных рефлекторов, наземное оборудование, разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей, проведение работ с рефлектором.

Перечень разделов МД:

- 1 Крупногабаритные трансформируемые рефлектора
- 2 Наземное испытательное оборудование
- 3 Разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей.

Графические или иллюстративные материалы с указанием основных чертежей, плакатов представлены на 15 слайдах.

Руководитель ВКР _____

подпись

Г.В. Двирный

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

О.Н. Обухов

инициалы и фамилия

« ____ » _____ 20__ г.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме «Разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей» содержит 67 страниц текстового документа, 13 использованных источника, 24 иллюстрации, 1 таблицу.

РАБОЧЕЕ МЕСТО, КРУПНОГАБАРИТНЫЕ РЕФЛЕКТОРА, СБОСОБЫ ОБЕЗВЕШИВАНИЯ, ОТРАБОТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ.

Объект – АО «Информационные Спутниковые Системы» имени академика М.Ф. Решетнева».

Цель:

- разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей.

Выполнены задачи:

- обработана основная информация о предприятии;
- проведен и представлен анализ существующих крупногабаритных трансформируемых рефлекторов;
- представлены цели и задачи наземной экспериментальной отработки;
- представлены требования по технике безопасности;
- представлен анализ имеющихся конструкций по данной тематике;
- представлено оборудование рабочего места сборки и испытаний рефлектора в положении апертурой вниз и апертурой вверх.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Крупногабаритные трансформируемые рефлектора.....	10
1.1 Общие сведения о крупногабаритных трансформируемых рефлекторов.....	10
1.2 Виды формообразования отражающей поверхности КТР.....	11
1.3 Назначение формообразующей структуры КТР.....	22
1.4 Требования к формообразующей структуре	23
2 Наземное испытательное оборудование.....	24
2.1 Наземное оборудование.....	24
2.2 Испытательная база.....	25
2.3 Испытания механических устройств, системы имитации нулевой гравитации.....	25
2.4 Цели и задачи наземной экспериментальной отработки	28
2.5 Требования по технике безопасности	30
2.5.1 Требования безопасности при работе на высоте	30
2.5.2 При работе по сборке антенн необходимо руководствоваться требованиями инструкции по охране труда для слесарей МСР.....	31
2.5.3 Охрана труда для машиниста подъемника (вышки)	34
2.5.4 Охрана труда для работника при работе на персональной электронно-вычислительной машине	35
2.5.5 Требования к микроклимату, содержанию. аэроионов и вредных химических веществ в воздухе на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ.....	36
2.5.6 Требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ	37
2.5.7 Требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ.....	38
3 Разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей.....	40
3.1 Патентное исследование.....	40
3.1.1 Анализ имеющихся конструкций.....	41

3.1.2 Методы имитации нулевой гравитации при НЭО трансформируемых крупногабаритных конструкций КА	44
3.1.2.1 Имитация невесомости при помощи обезвешивания с помощью объектов наполненных газом легче воздуха	44
3.1.2.2 Имитация нулевой гравитации механическим способом обезвешивания	46
3.2 Оборудование Рабочего места сборки и испытаний	53
3.2.1 Работы с рефлектором в положении апертурой вниз.....	57
3.2.2 Работы с рефлектором апертурой вверх.....	60
Заключение	62
Список сокращений	64
Список используемых источников.....	66

ВВЕДЕНИЕ

С наращиванием мощности космических аппаратов, например спутников связи, навигации и геодезии, все актуальнее встает проблема создания крупногабаритных трансформируемых конструкций: антенн, солнечных батарей, радиаторов-излучателей, которые под обтекателем занимают ограниченное пространство, а раскрываются в рабочее положение на орбите в условиях невесомости. Причем тенденция идет к повышению габаритов трансформируемых конструкций.

Для имитаций условий невесомости и проверки работоспособности необходима система вывески конструкции в специальной оснастке.

Известны различные схемы имитации нулевой гравитации в условиях земли, применяющиеся для отработки конструкций космических аппаратов (КА), однако увеличивающиеся размеры трансформируемых конструкций, требуют создания новых рабочих мест, капитального строительства с применением систем имитации нулевой гравитации (СИНГ) для экспериментальной отработки трансформируемых конструкций КА в наземных условиях при условии, что эти задачи будут решаться более эффективным способом, например, с применением модульных конструкций стендов, имеющих меньшую металлоёмкость и большую универсальность.

Положительные результаты и эффективность испытаний трансформируемых механических систем повышенных габаритов (ТМС) зависят от конструкции, поэтому актуальным является и разработка усовершенствованных конструкций и технологий изготовления ТМС, учитывая, что и сами СИНГ являются составляющей процесса изготовления ТМС.

Представленная диссертационная работа выполнялась в рамках «Федеральной космической программы» по созданию КА производства АО «Информационные Спутниковые Системы».

Моделирование крупногабаритных трансформируемых рефлекторов является актуальным направлением разработки и создания конструкций систем спутниковой связи и зондирования поверхности Земли, так как экспериментальная отработка подобных конструкций требует больших материальных и временных затрат.

Основные требования к конструкциям рефлекторов заключаются в высокой точности формы отражающей поверхности и наведения, высокой температурной стабильности и радиоотражающей способности антенных систем.

За последние 30 лет на различных космических аппаратах проведен ряд экспериментов по разворачиванию антенных конструкций. Анализ существующих на мировом рынке крупногабаритных трансформируемых конструкций показал, что, несмотря на определенные достижения в этой области, лишь немногие из них способны в невесомости обеспечить точность соответствия заданной формы и необходимую жесткость конструкции. Не всегда удается добиться и их надежного раскрытия. Причин несколько:

- недостаточная расчетная база применяемых конструкционных материалов;

- взаимосвязанное влияние применяемых конструктивных элементов;

- нарушение технологии на любом из следующих этапов:

- 1 изготовление деталей и узлов с учетом ресурсных характеристик конструкции;

- 2 высокоточная сборка на стендовом комплексе;

- 3 стендовое тестирование антенны.

Одним из важнейших условий испытаний крупногабаритных трансформируемых конструкций является ликвидация весовой составляющей элементов гибкой конструкции для устранения ее деформации или разрушения под действием силы земного тяготения при наземных испытаниях конструкции (экспериментального уточнения или идентификации параметров математической модели конструкции механизмов на земле) или при

физической отработке и проверке работы системы управления на земле до проведения летных испытаний.

Обезвешивание крупногабаритных конструкций будет осуществляться как апертурой вниз, так и вверх. При этом система будет адаптирована на конструкции от маленьких до самых огромных, появится возможность расширения участка системы в технологических операциях, например сборки крупногабаритных конструкций.

Система обезвешивания предназначена для компенсации весовой составляющей основных элементов антенны при раскрытии рефлектора.

Раскрытие рефлектора антенны необходимо для:

- контроля профиля рефлектора и определения весовой составляющей;
- проверки рефлектора на функционирование;
- зачековки рефлектора в рабочем и транспортировочном положении.

[Изъятые главы 1,3; 1,4; 2; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.5.1; 2.5.2; 2.5.3; 2.5.4; 2.5.5; 2.5.6; 2.5.7; 3]

1 Крупногабаритные трансформируемые рефлектора

1.1 Общие сведения о крупногабаритных трансформируемых рефлекторов

Крупногабаритные трансформируемые антенны значимая составляющая современных космических аппаратов, и их разработке уделяется повышенное внимание во всех ведущих компаниях космической промышленности. ИСС (Информационные Спутниковые Системы) имеет большие наработки в области создания крупногабаритных антенн [1], но это новое направление развития предприятия, которое частично уступает лидирующим мировым производителям. Основой для крупногабаритных трансформируемых антенн является высокие удельные характеристики по массе конструкции, выбор материалов, которые позволяют конструкции выдерживать солнечную радиацию, были бы размеростабильны при тепловых нагрузках, а также позволяли изделию функционировать на всем этапе существования. Также важным вопросом является проведение трансформации из транспортировочного положения в рабочее с сохранением своих геометрических и механических характеристик полученных ранее. Перспективы развития данного направления, его трудоемкости, перед предприятием стоит важная задача совершенствования производства крупногабаритных трансформируемых антенн в разработке и стратегии развития их производства.

Работы по созданию крупногабаритных конструкций космических аппаратов проводились еще в 80-х гг. XX века. Однако, их широкое внедрение в космические телекоммуникационные системы начинается только сейчас. Увеличение размеров космических антенн позволяет повысить коэффициент их использования. Наиболее эффективны мобильные связи.

Подсистема АФУ обеспечивает формирование в диапазоне 11 ГГц передающих и приемных фиксированных лучей с контурной диаграммой

направленности для обслуживания территории РФ. Приемные и передающие лучи с фиксированными контурными диаграммами направленности формируются отдельными передающей и приемной антеннами, выполненными по однозеркальной неосесимметричной схеме с вынесенным облучателем. Формирование контурного луча обеспечивается специальной формой отражающей поверхности рефлектора.

1.2 Виды формообразования отражающей поверхности крупногабаритных трансформируемых рефлекторов

Известно, что крупногабаритные трансформируемые рефлекторы представляют большой интерес среди ведущих аэрокосмических фирм как российских, так и зарубежных. Разработки в этом направлении начались еще в период семидесятых - восьмидесятых годов 20-го века, которые продолжаются и сегодня.

В то время крупнейшими разработчиками в этой области были аэрокосмические фирмы США и СССР. Ими были предложены различные варианты конструкций, которые до сих пор актуальны.

Классификация крупногабаритных трансформируемых рефлекторов представлена в виде схемы на рисунке 1.

Итак, крупногабаритные трансформируемые рефлекторы по видам формообразования отражающей поверхности делятся на:

- надувные;
- вантовые (ободные);
- зонтичные;
- ферменные.



Рисунок 1 – Классификация крупногабаритных трансформируемых рефлекторов

Надувные рефлекторы

Надувной рефлектор рисунок 2 в сложенном состоянии имеет небольшие габариты, а также потенциально небольшую массу по сравнению с другими типами рефлекторов. Он изготавливается из тонкого гибкого материала, который перед запуском сворачивается, а после запуска раскрывается за счет надувания. Такой рефлектор напоминает круглую параболоидальную подушку с прозрачной передней поверхностью и отражающей тыльной. По краю она подкрепляется надувным торусом. Конструкция может быть более жесткой за счет пропитывания мембранного материала канифолью, которая при высоких температурах или под влиянием солнечных ультрафиолетовых лучей медленно затвердевает. Основным недостатком надувных антенн является трудность достижения высокой точности формы отражающей поверхности. У надувных конструкций высокая степень надежности раскрытия за счет простоты конструкции и небольшого количества режимов отказа. Для испытания конструкций на Земле необходимо смоделировать невесомость за счет гелия.

Примером такого рефлектора является разработка ESA и компании Contraves. Конструкция рефлектора состоит из кевларовых мембран, пропитанных эпоксидной смолой. На орбите рефлектор обращен к солнцу. Смола полимеризуется в течение шести часов при температуре 110 градусов С, что происходит после того, как конструкция подвергается влиянию прямых солнечных лучей. После отверждения рефлектор наполняется газом.

Были построены три инженерные модели диаметрами 3,5; 6 и 12 метров. На рисунке 4 показана последняя модель с рефлектором диаметром 12 метров. На сегодняшний день летные испытания не проводились, исследования продолжаются. Анализ начального этапа проектирования показал, что масса рефлектора диаметром 20 м будет составлять 143 кг.



Рисунок 2 – Надувной рефлектор ESA и компании Contraves

Вантовые рефлекторы

Вантовые конструкции используют складной периферийный кольцевой обод. При раскрытии обода натягиваются тросовые растяжки (ванты) или листовые профили, закреплённые в центре и на ободке. Отражающая поверхность крепится к системе вант или листовых профилей. Вантовые конструкции просты в проектировании и допускают множество модификаций основной идеи. Основные недостатки этой конструкции – необходимость базирования всех устройств антенны на обод, как основной элемент жёсткости, склонность обода к неустойчивости типа восьмёрка.

Вантовые конструкции основанные на жестком ободе с точки зрения формообразования делятся на жесткоободные с радиально-кольцевой структурой и жесткоободные с треугольной структурой.

Примером вантового рефлектора жесткоободной конструкции с радиально-кольцевой структурой может послужить разработка совместного российско-грузинского предприятия Energia-GPI-Space. Рефлектор показан на рисунке 3.



Рисунок 3 - Вантовый жесткоободной рефлектор с радиально-кольцевой структурой

Примером вантового рефлектора жесткоободной конструкции с треугольной структурой может послужить рефлектор ASTROMESH компании Astro Aerospace, изображенный на рисунке 4. Рефлектор был установлен на борту телекоммуникационного КА Thuraya, который был запущен 5 декабря 2000 г. Диаметр рефлектора составляет 12,25 м, а вес 55 кг. В транспортировочном состоянии ее диаметр составляет 1,3 м, а длина 3.8 м.

На фотографии видно, что в конструкции присутствует жесткий обод, он же ферма и треугольную структуру формообразования отражающей поверхности рефлектора.

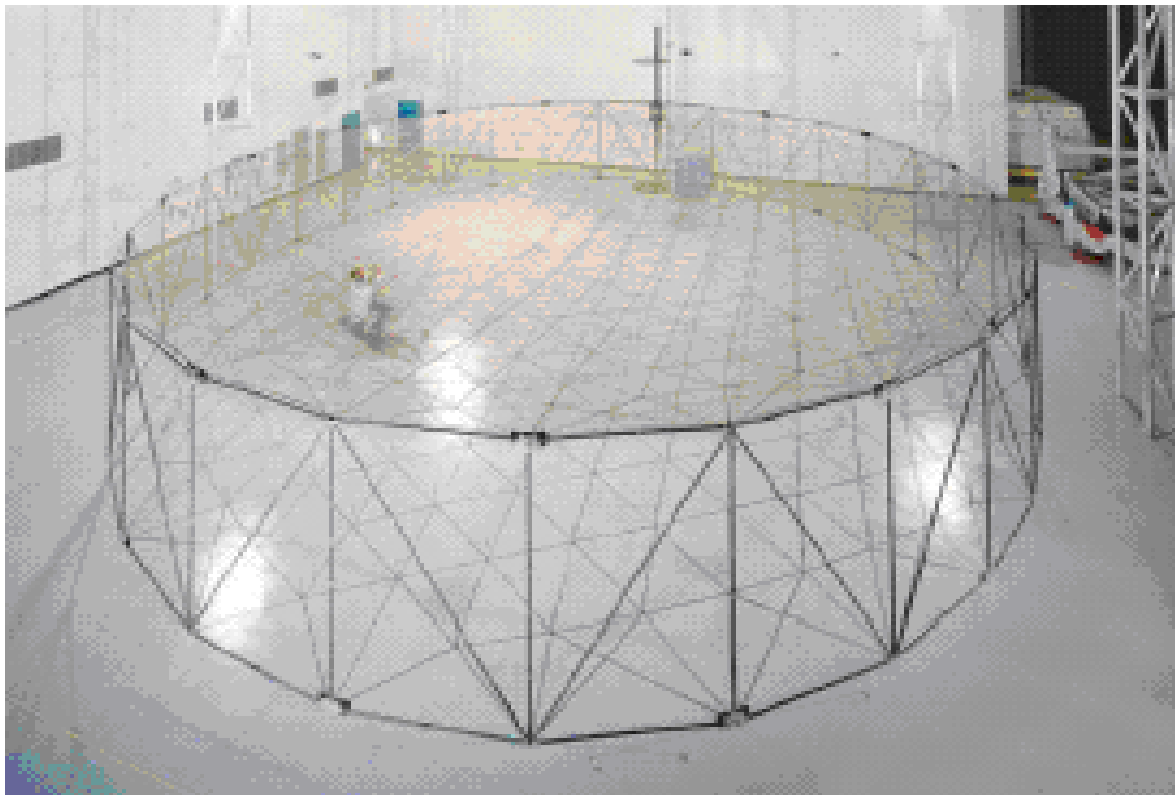


Рисунок 4 – Вантовый жесткоободной рефлектор с треугольной структурой

Аналогичного типа рефлектор был разработан, изготовлен и испытан в АО «ИСС».

Зонтичные рефлекторы

Зонтичные рефлекторы представляют собой следующую конструкцию: к жесткой центральной части крепится система радиальных ребер, на которых располагается металлизированная трикотажная структура – сетеполотно, которая образует отражающую поверхность рефлектора [4]. Ребра таких рефлекторов могут быть жёсткими шарнирно складывающимися и гибкими деформируемыми.

С точки зрения формообразования, зонтичные рефлекторы с жесткими ребрами также как и вантовые жесткоободные, имеют радиально-кольцевую и треугольную формообразующую структуру.

Примером конструкции зонтичного рефлектора с радиально-кольцевой структурой формообразования является рефлектор диаметром 12 м производства фирмы АО «ИСС» имени академика Решетнева. Подобный рефлектор изображен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Зонтичный рефлектор с радиально-кольцевой структурой

Также компания Harris разработала зонтичный рефлектор с жесткими ребрами для КА сбора и ретрансляции данных (TDRS) и проекта Galileo к Юпитеру. Конструкция рефлектора показана на рисунке 6. Рефлектор состоит из 16 параболических трубчатых углепластиковых спиц, закрепленных в центре, и с радиоотражающей сеткой между ребрами. Рефлекторы, спроектированные для TDRS и Galileo почти одинаковые, их диаметр 4,9 м.



Рисунок 6 – Зонтичный рефлектор с жесткими ребрами и радиально-кольцевой структурой формообразования производства Harris

Примером зонтичной конструкции с гибкими ребрами является рефлектор антенны АТС-6 диаметром 9,1 м., изображенного на рисунке 7. Эта разработка была произведена лабораторией ракетных двигателей НАСА совместно с компанией Lockheed Missiles and Space Company в семидесятых годах. Рефлектор состоял из 48 спиц, которые складывались в цилиндр диаметром 2,0 м и высотой – 0,45 м. Вся антенна весила приблизительно 60 кг.



Рисунок 7 – Зонтичный рефлектор с гибкими ребрами

Особенностью рефлектора является то, что в сложенном состоянии спицы вращаются на вертикальных шарнирных осях и по касательной свернуты вокруг центра. Фрагмент рефлектора изображен на рисунке 8. Спицы раскрываются за счет разрыва сдерживающего троса. В вакууме такая операция занимает 2 секунды. Рефлектор можно свернуть на орбите путем реверсирования привода.

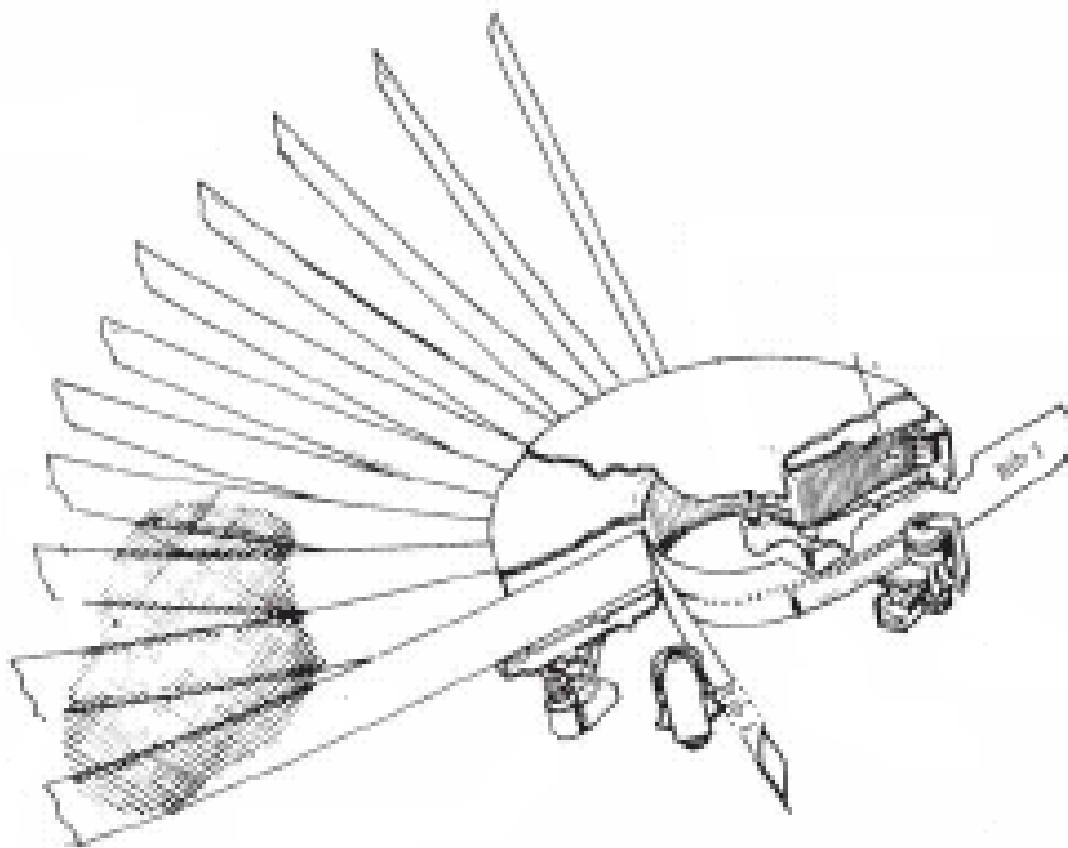


Рисунок 8 – Фрагмент рефлектора с гибкими ребрами

Ферменные рефлекторы

Рефлекторы ферменной конструкции состоят из трёхмерного пространственного каркаса и крепящейся к нему отражающей поверхности. В отличие от вантовых и зонтичных антенн, имеющих полярную структуру, опорную конструкцию составляют базовые структурные элементы (тетраэдры), благодаря чему каркас приобретает необходимую жесткость и прочность в развёрнутом состоянии и обеспечиваются малые габариты в сложенном состоянии. В антеннах этого типа обеспечивается равная точность аппроксимации параболической поверхности по всей поверхности рефлектора.

Складывающиеся стержни образуют обе поверхности оболочки, из которых вогнутая покрывается сеткой и является отражающей. Каркас из

жестких стержней обладает максимальной устойчивостью и позволяет реализовать точные антенные системы.

С точки зрения формообразования известные нам конструкции имеют жесткий каркас с треугольной структурой. Примером такой разработки может послужить проект КСА-5 разработки ОКБ МЭИ, изображенной на рисунке 9.

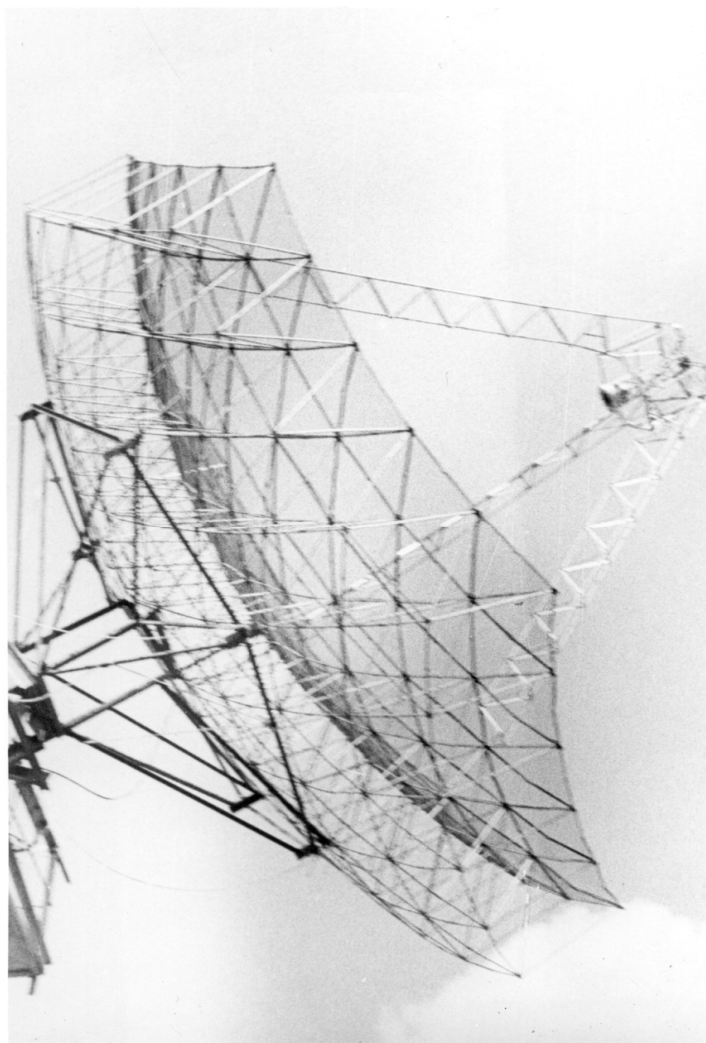


Рисунок 9 – КСА-5 на стенде измерения радио характеристик

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы, в магистерской диссертации было разработано рабочее место сборки рефлектора диаметром не менее 8 метров с системой компенсации весовой составляющей для цеха изготовления и испытаний крупногабаритных трансформируемых конструкций.

Общая часть магистерской диссертации описывает виды крупногабаритных трансформируемых механических систем, наземное оборудование.

В третьей главе магистерской диссертации:

1 проведен патентный поиск;

2 было спроектировано рабочее место сборки рефлектора диаметром не менее 8 метров для цеха изготовления и испытаний крупногабаритных трансформируемых конструкций.

Поставленная задача - спроектировать рабочее место сборки и испытаний, с системой компенсации весовой составляющей была выполнена.

В разделе охраны труда и техники безопасности была разработана инструкция по охране труда машиниста подъемника (вышки), так же для слесарей-сборщиков, и для работника при работе на персональной электронно-вычислительной машине.

Поставленная задача – “Разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей” была выполнена, результаты работы соответствуют Федеральной целевой программе.

Разработанное по данному проекту рабочее место позволит:

Проводить для обеспечения работ по сборке и испытаниям каркаса силового и рефлектора и позволяет, используя систему направляющих и кареток в процессе сборки и испытаний значительно компенсировать весовую составляющую от массы спиц, ФОС и сетеполотна и разгрузить механизм

выдвижения мачты рефлектора, предохраняя его тем самым от механического повреждения.

Предложен метод и проведены работы подтвердившие правильность выбора на этапах ЛОИ, КДИ.

Представленная магистерская диссертация соответствует техническому заданию и выполнена в полном объеме.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АБ – аккумуляторные батареи;
АФУ – антенно-фидерные устройства;
АО – акционерное общество;
БС – батареи солнечные;
БР – блок надува;
БЦВК – бортовой цифровой вычислительный комплекс;
ГОСТ – государственный стандарт;
ДСЕ – детали и сборочные единицы;
КДИ – конструкторско доводочные испытания;
ЗЭ – закладной элемент;
ИОТ – инструкция по охране труда;
ИСС – Информационные спутниковые системы;
КА – космический аппарат;
КД – конструкторская документация;
КПЭО – комплексный план экспериментальной отработки;
КЛТР – коэффициент линейного теплового расширения;
НТД – нормативно-техническая документация;
НЭО – наземная экспериментальная отработка;
ОСТ – отраслевой стандарт;
ОТК – отдел технического контроля;
ПКМ – полимерный композиционный материал;
ПЭВМ – персонально электронно-вычислительная машина
РМ – рабочее место;
САС – срок активного существования;
СБ – солнечная батарея;
СД – сопроводительные документы;
СИЗ – средства индивидуальной защиты;
СК – сотовая конструкция;

СНиП – санитарные нормы и правила;
СП – сотовая панель;
СП – свод правил;
СТО – средства технологического оснащения;
ТП – техпроцесс;
ТР – техрешение;
ТУ - технические условия;
ТЗ – техническое задание;
ТК – технический комплекс;
УКВС – устройство компенсации весовой составляющей;
УПФР – устройство поднастройки формы рефлектора;
МС – механические системы;
ШВП – шариковой винтовой пары.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Пат. 2350519 Российская Федерация, МПК В 64 G 1/22, Н 01 Q 15/16. Развертываемый крупногабаритный рефлектор космического рефлектора / Н.А. Тестоедов, В.И. Халиманович и др.; заявитель и патентообладатель АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева. № 2007122219/11. заявл. 13.06.2007;опубл. 27.03.2009, Бюл. № 9. - 19 с.

2 Чеботарев, В. Е., Проектирование космических аппаратов систем информационного обеспечения: учеб. пособие: кн. 1. Внутреннее проектирование космического аппарата / В. Е. Чеботарев; СибГАУ. Красноярск, 2005.

3 Чеботарев, В. Е., Проектирование космических аппаратов систем информационного обеспечения: учеб. пособие: кн. 2. Внутреннее проектирование космического аппарата / В. Е. Чеботарев; СибГАУ. Красноярск, 2005.

4 Гряник, М.В., Развертываемые зеркальные антенны зонтичного типа : учеб. пособие / М.В. Гряник, В.И. Ломан.— Москва : Радио и связь, 1987. - 72 с.

5 Н.И. Паничкин., Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов / Н.И. Паничкин, Ю.В. Слепушкин, В.П. Шинкин, Н.А. Яцынин. – М.: Машиностроение, 1986. – 344 с.

6 СТП 154-172-99 Проектирование конструкции КА и его составных частей.

7 СТП 154-34-2005 Комплексная программа экспериментальной отработки космического комплекса и его изделий состав, содержание и порядок разработки. Взамен СТП 154-34-80; введ. 29.12.2005 Железногорск : АО ИСС, отд. 510.

8 154.ТУ114 Общие требования к изготовлению и приемке материальной части для наземной экспериментальной отработки механических устройств на этапах ЛОИ, КДИ и ПРИ.

9 154.ТУ030. Детали и сборочные единицы. Требования к изготовлению. Технические условия.

10 Единая система конструкторской документации. Справочное пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1989 -352 с.

11 Ю.В. Слепушкин., Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов / Ю.В. Слепушкин, В.П. Шинкин, Н.И. Паничкин, Н.А. Яцынин. – М.: Машиностроение, 1986. – 344 с.

12 Н.А. Тестоедов., Экспериментальная отработка космических аппаратов на механическое воздействие: учеб. пособие / Н.А. Тестоедов, Е.А. Лысенко; Сиб. Гос. Аэроосмич. Ун-т – Красноярск, 2008 – 152 с.

13 Е.Я. Юдин., Охрана труда в машиностроении/ Е.Я.Юдин, С.В.Белов, С.К.Баланцев. Изд. – 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 432 с.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Е. Косенко

подпись инициалы, фамилия
«20» 06 20 17 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ
РЕФЛЕКТОРОВ С СИСТЕМОЙ КОМПЕНСАЦИИ ВЕСОВОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

тема

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

код и наименование направления

15.04.05.02 «Технология космических аппаратов»

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель

доцент МБК ПФКТ

канд. техн. наук

Г.В. Двирный

подпись,
дата

должность, ученая степень

инициалы, фамилия

Выпускник

О.Н. Обухов

инициалы, фамилия

Рецензент

Ведущий инженер

цеха 032 АО «ИСС»

С.В. Хаецкий

подпись,
дата

должность, ученая степень

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Е.С. Сидорова

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
Институт
Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
Кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В.Е. Косенко
« 20 » 06 20 17г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студенту Обухову Олегу Николаевичу

фамилия, имя, отчество

Группа МТ15-04 М Направление 15.04.05 «Конструкторско-

номер

код

технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Специализированная программа подготовки 15.04.05.02 «Технология

код

космических аппаратов».

Тема магистерской диссертации (МД): «Разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей».

Утверждена приказом по университету № 16482/с от 30.10.2015 г.

Руководитель МД: Двирный Гурий Валерьевич канд. техн. наук. доцент Межинститутской базовой кафедры «Прикладная физика и космические технологии».

Исходные данные для МД: Необходимость разработки рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей.

Перечень рассматриваемых вопросов (ВКР): Классификации и виды крупногабаритных рефлекторов, наземное оборудование, разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей, проведение работ с рефлектором.

Перечень разделов МД:

- 1 Крупногабаритные трансформируемые рефлектора
- 2 Наземное испытательное оборудование
- 3 Разработка рабочего места для крупногабаритных рефлекторов с системой компенсации весовой составляющей.

Графические или иллюстративные материалы с указанием основных чертежей, плакатов представлены на 15 слайдах.

Руководитель ВКР _____

подпись

Г.В. Двирный

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

О.Н. Обухов

инициалы и фамилия

« 26 » ОКТАБРЯ 2017 г.